

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-118281

(43)Date of publication of application : 19.04.2002

(51)Int.Cl.

H01L 31/10
G11B 7/125
G11B 7/13
G11B 7/22
H01L 31/12
H01S 5/40

(21)Application number : 2000-314429

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 10.10.2000

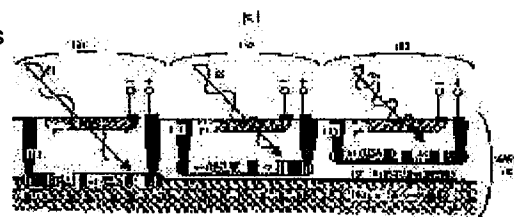
(72)Inventor : DOI TAKESHI
MAIO KENJI
KIMURA SHIGEJI

(54) OPTICAL PICKUP DEVICE FOR MULTI-WAVELENGTH

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical pickup in which a light-receiving element and an amplifier circuit are integrated as well as an optical recording device such as a DVD/CD player/recorder using it.

SOLUTION: A low concentration impurity layer is deposited separately at plural times. An embedded layer of a light-receiving element for receiving laser beam of short wavelength is formed at a position lower than that for receiving light of 700-800 nm. Thus, by this method, the frequency bands of a light-receiving element for a DVD of wavelength 660 nm and a light-receiving element for a high-density DVD of wavelength 410 nm are improved.



*** NOTICES ***

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A light emitting device which emits a laser beam.

An amplifier circuit which amplifies photoelectric current which received light with an image formation optical system which carries out image formation of said laser beam to optical disk media, a photo detector which receives said laser beam and is changed into current, and said photo detector.

The 1st light emitting device that is the optical pickup device provided with the above, and emits a laser beam with a wavelength of 700–800 nm to CD, The 2nd light emitting device that emits a laser beam with a wavelength of 600–700 nm to DVD, The 3rd light emitting device that emits a laser beam with a wavelength of 500 nm or less to high-density DVD, The 1st photo detector corresponding to the 1st light emitting device, and the 2nd photo detector corresponding to the 2nd light emitting device, A photo detector which it has the 3rd photo detector corresponding to the 3rd light emitting device, and any two, the 1st, the 2nd, and the 3rd photo detector, or all were accumulated on the same Si substrate, and was accumulated at least, One electrode is taken out from a substrate face via an embedded layer and a contact hole, and the depth of each embedded layer differs.

[Claim 2]In the optical pickup device according to claim 1, the 1st, the 2nd, and the 3rd photo detector are accumulated on the same Si substrate, and the embedded layer depth of the 1st and the 2nd photo detector is the same, An optical pickup device, wherein an embedded layer of the 3rd photo detector is formed in a position shallower than an embedded layer of the 1st and the 2nd photo detector.

[Claim 3]In the optical pickup device according to claim 1, the 1st, the 2nd, and the 3rd photo detector are accumulated on the same Si substrate, and the 2nd and 3rd embedded layer depth is the same, An optical pickup device, wherein an embedded layer of the 2nd and the 3rd photo detector is formed in a position shallower than an embedded layer of the 1st photo detector.

[Claim 4]An optical pickup device characterized by any two, the 1st, the 2nd, and the 3rd photo detector, or all, and accumulating an amplifier circuit on the same Si substrate at least in the optical pickup device according to claim 1 to 3.

[Claim 5]In the optical pickup device according to claim 6, said amplifier circuit is constituted using at least one or more bipolar transistors, An optical pickup device, wherein an embedded layer of said bipolar transistor is formed in a position shallower than an embedded layer of said 1st or 2nd photo detector.

[Claim 6]An optical pickup device, wherein an embedded layer of said 2nd or 3rd photo detector at least is formed in the same depth as an embedded layer of a photo detector of said bipolar transistor in the optical pickup device according to claim 5.

[Claim 7]Optical disk units including an optical pickup indicated they to be [any of claims 1–6], such as CD and DVD.

[Claim 8]The 1st light emitting device characterized by comprising the following that emits a laser beam of the 1st wavelength in an optical pickup device, The 2nd light emitting device that emits a laser beam of the 2nd different wavelength from said 1st wavelength, It has the 1st photo detector corresponding to said 1st light emitting device, and the 2nd photo detector corresponding to said 2nd light emitting device, Said 1st [the] and said 2nd photo detector are accumulated on the same Si substrate, and said 1st [the] and said 2nd photo detector, An optical pickup device, wherein one electrode is taken out from a substrate face via an embedded layer and a contact hole and the depth of an embedded layer of said 1st

[the] and said 2nd photo detector differs.

A light emitting device which emits a laser beam.

An image formation optical system which carries out image formation of said laser beam to optical disk media.

A photo detector which receives said laser beam and is changed into current.

An amplifier circuit which amplifies photoelectric current which received light with said photo detector.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to optical recording devices, such as DVD / CD player recorder using the optical pickup which accumulated the photo detector and the amplifier circuit, and an optical pickup.

[0002]

[Description of the Prior Art]As for an optical disk unit, CD appears as an object for voice recording. Then, although DVD mainly appeared as an object for image record, it was applied also as a data recording medium of PC, and various formats, such as CD-ROM, DVD-ROM, CD-RW in which re-recording is possible, and DVD-RAM, were made.

The storage density of data is improved further from now on, and high-density DVD which increased storage capacity is also considered to be added to this. It is required in these optical discs that compatibility should be maintained from a user. For this reason, not only laser with a wavelength of 660 nm used for reading and writing of DVD as a light emitting device but laser with a wavelength [for CD] of 780 nm is usually carried in the DVD device.

[0003]The optical head consisted of early CD compatible DVD devices combining discrete part, such as an optical system of 660-nm laser, the photo-diode as a photo detector and laser, prism, a mirror, etc., 780-nm laser, a photo detector, an optical system. Then, the modular structure which shared a part of optical system for low-cost-izing and a miniaturization is devised. The module which shared prism between two waves is proposed by JP,10-64107,A and JP,11-39693,A using trapezoid prism. In JP,2000-76688,A, two different waves are received with the same photo detector.

[0004]To IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. 42, No. 1, January 1995, ** ISSCC'99 digest, and WP22.5. OEIC which accumulated the photo detector and the amplifier circuit on the same Si substrate is reported. Size not only becomes small, but by OEIC-izing, reduction of noise and parasitic capacitance, etc. become advantageous with a signal characteristic compared with the case where a photo detector and amplifier are constituted from a discrete device.

[0005]At Japanese Patent Application No. 11-232136, by carrying the mirror for vertical luminescence on the chip of OEIC. The amplifier circuit of the light emitting device, photo detector, and signal of an optical head is summarized for one chip, and also laser of each other is brought close, and is arranged, and the module which shared the optical system (660 nm and 780 nm) by piling up an optical path mostly is proposed.

[0006]About the speed of an optical disk unit, with the product which has spread now, the reading speed of a CD-ROM drive is high-speed, and its about 50X is common. It is difficult to gather revolving speed more because of mechanical problems, such as vibration of a disk. Supposing speed will increase up to about 100X from now on, the frequency band for which the photo detector which receives light with a wavelength [for CD] of 780 nm is asked is about 100 MHz. In the wavelength for DVD of 660 nm, it is high-speed and about 16X and a required frequency band are about 100 MHz now. In order to use not less than 100 MHz of frequency bands of an optical pickup, the frequency band of a photo detector needs to be not less than 100 MHz at least. Since this value is a frequency band which can respond with the photo detector currently used for CD, in the conventional DVD device, the thing of the characteristic as the thing of CD that a photo detector is the same, and the same device structure is

used.

[0007]The example of OEIC for optical pickups corresponding to two waves which accumulated a conventional photo detector and amplifier circuit is shown in drawing 6. In the figure, a Si substrate (OEIC chip) and 140 Si base board, The low-impurity-concentration layer in which 150 has a thickness of about 10 micrometers, and 121 An embedded layer, The photo detector for CD and 192 are the photo detectors for DVD a with contact for 111 to take out the potential of an embedded layer to a substrate face, and a wavelength [for CD in 61] of 780 nm laser beam, the 660-nm laser beam for DVD in 62, and 191. In CD and DVD, since the wavelength of the laser used for reading and writing is different, the optical signal which has reflected and returned on an optical disc is irradiated by different place on OEIC. For this reason, device structure is the same although the photo detector is arranged as the object for CD, and an object for DVD in the irradiation position of CD and each DVD.

[0008]In the photo detector on OEIC, a depletion layer does not spread in the whole low-impurity-concentration layer, but an impurity concentration layer is usually inserted in series as resistance which is several kohms. A photo-diode has the depletion layer capacitance of about 1 pF. The frequency band of a photo detector is decided by these damping time constants, and are 100 MHz – 200 MHz.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]When the double speed of DVD will progress further from now on, several 100-MHz zone is needed in the photo detector for DVD. Frequency bands run short in the same photo detector as the conventional CD. The zone near 1 GHz is needed in the future photo detector for high-density DVD.

[0010]

[Means for Solving the Problem]A relation of the depth from a Si surface and light intensity when three kinds of laser beams, wavelength of 780 nm, 660 nm, and 410 nm, are entered into a Si surface is shown in drawing 7. In order that, as for 780nm [for CD] light, a depth of not less than 10 micrometers may permeate into Si, in order to obtain sufficient sensitivity, about 10 micrometers of fields with photosensitivity are necessity, but as for 660nm [for DVD] light, about 0.4 micrometer is enough as a depth of about 7 micrometers, and 410nm [for high density DVD] light.

[0011]Sensitivity of a photo detector of an optical pickup and wavelength dependency of a frequency band were not made an issue of, and were not taken into consideration about optimization of device structure corresponding to wavelength until now. In a photo detector of this invention, the depth of an embedded layer is changed with wavelength of a laser beam which receives light. In a 780nm [for CD] photo detector, an embedded layer is formed in a depth of about 10 microns from a Si surface as usual. In 660nm for DVD, an embedded layer is formed in a depth of 4–8 microns from a Si surface shallower than an object for 780 nm. An embedded layer is formed in a depth of 1–8 microns in 410nm for high density DVD.

[0012]A means to produce a photo detector in which embedded layers differ is shown in drawing 8. After producing the embedded layer 121 of a photo detector for CD on the Si base board 140, the several micrometers epitaxial layer 151 is deposited on a Si substrate, and the contact 111 for taking out potential of an embedded layer is formed. Next, after depositing the embedded layer 122 of a photo detector for DVD, the several micrometers epitaxial layer 152 is deposited and the contact 112 is formed. After producing the embedded layer 123 of a photo detector for high-density DVD finally, the several micrometers epitaxial layer 153 is deposited and the contact 113 is formed.

[0013]

[Embodiment of the Invention]An example of the optical disk unit using the optical pickup of this invention is shown in drawing 9. As for an optical disc and 3, 1 is [a focus servo track servo and 5] controllers a spindle motor and 4 an optical pickup and 2. An optical pickup is movable to the radial direction of an optical disc, and a normal line direction by a focus servo track servo. Thereby, the laser carried in the optical pickup irradiates with a laser beam the arbitrary positions on the straight line which crosses an optical disc top. The light reflected on the disk is detected by an optical head, is calculated by a controller, and transmits the signal for autofocus, and the signal for tracking position detection to a focus servo track servo. Based on a focusing signal, a focus servo moves an optical pickup to the normal line direction of an optical disc, and doubles the focus of a laser beam on an optical disc. A track servo moves an optical pickup to the radial direction of an optical disc based on a tracking signal, and doubles the spot of a laser beam with a desired track position. Reading and an optical disc layer write the data of

an optical disc, repeating these operations. The data signal at the time of reading is generated from a track signal. On the optical pickup, the laser which emits the laser beam of wavelength (780nm for CD, 660nm for DVD, and 410nm for high density DVD) is carried, and one of wavelength is chosen by the media of an optical disc.

[0014]An example of an optical pickup device is shown in drawing 10. The OEIC chip (Si substrate) whose 100 accumulated the photo detector and the amplifier circuit, the laser diode which emits the 780-nm laser beam which carries 71 on OEIC, the laser diode in which 72 emits a 660-nm laser beam, and 8 are optical systems which carry out image formation of the laser beam on an optical disc. The field where 19 arranges a photo detector, and 18 are the fields of an amplifier circuit, and are accumulated on the free space on the same substrate as a photo detector. Here, although the example of the pickup (780 nm and 660 nm) corresponding to two waves was described, the same may be said of the case of the combination of three-wave correspondence of 780 nm, 660 nm, 410 nm, etc., or other wavelength, for example.

[0015](Example 1) The first example of this invention is described. The example of OEIC for optical pickups corresponding to three waves which accumulated the object for CD, the object for DVD, and three kinds of photo detectors for high-density DVD with which the embedded layer depth differs is shown in drawing 1. The figure is the example which accumulated the photo detector on Si substrate 130 which made the 10-micrometer epitaxial layer 150 deposit on the Si base board 140. 101 is an embedded layer of the photo detector for CD, and is formed in the interface of an epitaxial layer and Si base board. 102 is an embedded layer of the photo detector for DVD, and is formed in a 7-micron position from the Si-substrate surface shallower than the object for CD. 103 is an embedded layer of the photo detector for high-density DVD, and is formed in a 4-micron position from the Si-substrate surface shallower than the object for DVD. They are contact for 111 to take out the potential of the embedded layer for CD from Si substrate face, contact for 112 to take out the potential of the embedded layer for DVD on the Si-substrate surface, and contact for 113 to take out the potential of the embedded layer for high-density DVD on the Si-substrate surface. In the photo detector 191 for CD, about 10-micrometer field from the Si-substrate surface to an embedded layer is a field which has sensitivity to light. When the laser beam 61 with a wavelength of 780 nm enters, a laser beam infiltrates into a Si substrate from the surface to about 10 micrometers, but photoelectric current is efficiently detectable with this photo detector. In the photo detector 192 for DVD, about 7-micrometer field from the Si-substrate surface to an embedded layer is a field which has sensitivity to light. When the laser beam 62 with a wavelength of 660 nm enters, a laser beam infiltrates into a Si substrate from the surface to about 7 micrometers, but photoelectric current is efficiently detectable with this photo detector. In the photo detector 193 for high-density DVD, about 4-micrometer field from the Si-substrate surface to an embedded layer is a field which has sensitivity to light. When the laser beam 63 with a wavelength of 410 nm enters, a laser beam infiltrates into a Si substrate from the surface to about 0.4 micrometer, but photoelectric current is efficiently detectable with this photo detector. Although this example described the example (780nm for CD, 660nm for DVD, and 410nm for high density DVD), It is clear that it is the same also at OEIC which accumulated the photo detector corresponding to the laser for CD of the wavelength near this, DVD, and high-density DVD, and OEIC which accumulated any two kinds of photo detectors in these three kinds.

[0016](Example 2) The 2nd example of this invention is described. Another example of OEIC for optical pickups corresponding to three waves is shown in drawing 2. The difference from the 1st example is making the embedded layer depth of the photo detector for DVD the same as the embedded layer depth for CD. Since the embedded layer of the photo detector for DVD and the embedded layer for CD are simultaneously producible, production processes can be simplified compared with the first example. However, there is also a fault that the frequency band of the photo detector for DVD becomes narrow, and becomes the same as the frequency band of the photo detector for CD.

[0017](Example 3) The 3rd example of this invention is described. Another example of OEIC for optical pickups corresponding to three waves is shown in drawing 3. The difference from the 1st example is making the embedded layer depth of the photo detector for high-density DVD the same as the embedded layer depth for DVD. Since the embedded layer of the photo detector for high-density DVD and the embedded layer for DVD are simultaneously producible, production processes can be simplified compared with the first example. However, there is also a fault that the frequency band of the photo

detector for high-density DVD becomes narrow, and becomes the same as the frequency band of the photo detector for DVD.

[0018](Example 4) The 4th example of this invention is described. The example of OEIC for optical pickups which accumulated the amplifier circuit using the object for CD, the object for DVD, three kinds of photo detectors for high-density DVD, and a bipolar transistor where the embedded layer depth differs on the same Si substrate is shown in drawing 4. 184 is a bipolar transistor and an embedded layer for bipolar transistors in 104. In this example, since the electrode of the photo detector is taken out from the Si-substrate surface, it is easily connectable with an amplifier circuit with usual wiring of IC. Since the parasitic capacitance and parasitic resistance which are generated in the terminal area of a photo detector and an amplifier circuit are substantially reduced compared with the case where an individual photo detector and an individual amplifier circuit are used, the current signal of the photo detector for high-density DVD with the frequency band near 1 GHz can be connected to an amplifier circuit, without making it deteriorate.

[0019](Example 5) The 5th example of this invention is described. Another example of OEIC for optical pickups which accumulated the amplifier circuit using the object for CD, the object for DVD, three kinds of photo detectors for high-density DVD, and a bipolar transistor where the embedded layer depth differs on the same Si substrate is shown in drawing 5. The difference from the 4th example is making the embedded layer depth of the photo detector for high-density DVD the same as the embedded layer depth of a bipolar transistor. Since the embedded layer of the photo detector for high-density DVD and the embedded layer of a bipolar transistor are simultaneously producible, production processes can be simplified compared with the 4th example.

[0020]The mimetic diagram which simplified the device structure of OEIC used for the optical pickup of this invention is shown in drawing 11. The effect of this invention is described in the figure. The low-impurity-concentration layer about 10 micrometers in thickness, concentration $1 \times 10^{13} - 1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ deposits on the Si-substrate surface, p+ layer is extended by 1-micrometer Fukashi from the Si-substrate surface, the depletion layer 904 spreads from 1 micrometer to 4 micrometers, and 4 to 10 micrometers becomes the parasitic resistance layer 906, and considers the case where the resistivity of a parasitic resistance layer is 500 ohm-cm. A photo detector can be expressed in the equivalent circuit which used the resistance 903 of the current source 901, the depletion layer capacitance 902, and a low-impurity-concentration layer. The zone f of a photo detector is expressed with the following formulas from this equivalent circuit.

[0021]As for R, as for resistance of a low-impurity-concentration layer, and C, depletion layer capacitance and ϵ_0 are the dielectric constants in a vacuum here, $8.85 \times 10^{-14} \text{ F/cm}$ and ϵ_{Si} are the specific inductive capacity of Si, it is 11.8, as for S, the area of a photo detector and d_C are depletion layer width, 3 micrometers and ρ are the resistivity of a low-impurity-concentration layer here, and 500 ohm-cm and d_R are low-impurity-concentration layer thickness inserted as resistance here. A frequency band is set to about 150 MHz in the structure of the conventional photo detector. The zone of a photo detector improves by making an embedded layer shallow and lowering resistance. If the object for CD, the object for DVD, and the embedded layer depth of the photo detector for high-density DVD shall be 10 micrometers, 6 micrometers, and 4 micrometers, respectively, the effect of this invention becomes like drawing 12, and can be satisfied with a next-generation DVD drive of the conditions of a required photo detector.

[0022]

[Effect of the Invention]With this method, the frequency band of the photo detector for DVD with a wavelength of 660 nm and the photo detector for high-density DVD with a wavelength of 410 nm can be improved.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a figure showing the 1st example of OEIC for optical pickups of this invention.

[Drawing 2]It is a figure showing the 2nd example of OEIC for optical pickups of this invention.

[Drawing 3]It is a figure showing the 3rd example of OEIC for optical pickups of this invention.

[Drawing 4]It is a figure showing the 4th example of OEIC for optical pickups of this invention.

[Drawing 5]It is a figure showing the 5th example of OEIC for optical pickups of this invention.

[Drawing 6]It is a figure showing the conventional example of OEIC for optical pickups.

[Drawing 7]It is a figure showing the rate of the absorption of light of a silicon substrate.

[Drawing 8]It is a figure showing an example of the production means of OEIC for optical pickups of this invention.

[Drawing 9]It is a figure showing an example of an optical pickup.

[Drawing 10]It is a figure showing an example of an optical disk unit.

[Drawing 11]It is a figure explaining the effect of this invention.

[Drawing 12]It is a numerical example of the effect of this invention.

[Description of Notations]

1 An optical pickup, 2 optical discs, and 3 A motor and 4 Focus servo track servo, 5 A controller, 61 waves of 780-nm laser beams, and 62 A laser beam with a wavelength of 660 nm, 63 waves of 410-nm laser beams, 71-wave a 780-nm laser diode, 72 A laser diode with a wavelength of 660 nm and 8 An optical system, a 100OEIC chip (Si substrate), 101,102,103 embedded-layer contact and 121,122,123,124 embedded layers, A 140Si base board and 150,151,152,153 Low-impurity-concentration layer (epitaxial layer), 18 Amplifier circuit field 184 bipolar-transistor 19 light-receiving-element-region 191 The photo detector for wavelength 780nm, 192 The photo detector for wavelength 660nm, and 193 The photo detector for wavelength 410nm, The current source of a 901 photo-detector equivalent circuit, and 902 [The depletion layer of a photo detector, parasitic resistance layer of 906 photo detectors.] The depletion layer capacitance of a photo detector equivalent circuit, and 903 The parasitic resistance of a photo detector equivalent circuit, and 904 p+ layer of a photo detector, and 905

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-118281

(P2002-118281A)

(43) 公開日 平成14年4月19日 (2002. 4. 19)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード [*] (参考)
H 0 1 L 31/10		G 1 1 B 7/125	A 5 D 1 1 9
G 1 1 B 7/125		7/13	5 F 0 4 9
7/13		7/22	5 F 0 7 3
7/22		H 0 1 L 31/12	C 5 F 0 8 9
H 0 1 L 31/12		H 0 1 S 5/40	
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-314429 (P2000-314429)

(22) 出願日 平成12年10月10日 (2000. 10. 10)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 土居 武司

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 麻殖生 健二

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

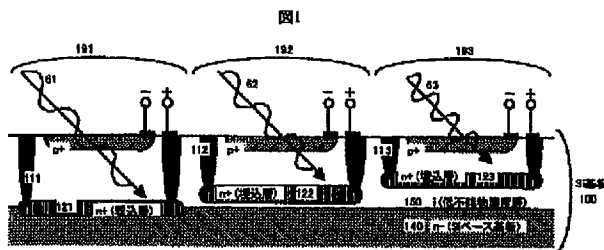
(54) 【発明の名称】 多波長用光ピックアップ装置

(57) 【要約】

【課題】 従来の光ピックアップ用OEICにおいて、受光素子の周波数帯域は100MHz～200MHz程度であった。今後、DVD用受光素子では数100MHz、また将来の高密度DVDでは、1GHzに近い帯域が必要とされる。

【解決手段】 低不純物濃度層を複数回に分けて堆積し、波長の短いレーザ光を受光する受光素子の埋め込み層は、700～800nmの光を受光する受光素子の埋め込み層より浅い位置に形成することで上記課題を解決した。

【効果】 本方式により、波長700nm以下の波長光に対して、受光素子の帯域を向上することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザ光を出射する発光素子と、前記レーザ光を光ディスク媒体に結像する結像光学系と、前記レーザ光を受光して電流に変換する受光素子と、前記受光素子で受光した光電流を増幅するアンプ回路とを有する光ピックアップ装置において、CD用に700～800 nmの波長のレーザ光を出射する第1の発光素子と、DVD用に600～700 nmの波長のレーザ光を出射する第2の発光素子と、高密度DVD用に500 nm以下の波長のレーザ光を出射する第3の発光素子と、第1の発光素子に対応する第1の受光素子と、第2の発光素子に対応する第2の受光素子と、第3の発光素子に対応する第3の受光素子とを有し、第1と第2と第3の受光素子の何れか2つ、或いは全てが同一Si基板上に集積され、少なくとも集積された受光素子は、一方の電極が埋め込み層及びコンタクトホールを介して、基板表面から取り出され、それぞれの埋め込み層の深さが異なることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の光ピックアップ装置において、第1と第2と第3の受光素子が同一Si基板上に集積され、第1と第2の受光素子の埋め込み層深さが同じで、第3の受光素子の埋め込み層は、第1と第2の受光素子の埋め込み層よりも浅い位置に形成されていることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の光ピックアップ装置において、第1と第2と第3の受光素子が同一Si基板上に集積され、第2と第3の埋め込み層深さが同じで、第2と第3の受光素子の埋め込み層は、第1の受光素子の埋め込み層よりも浅い位置に形成されていることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 4】 請求項 1～3 に記載の光ピックアップ装置において、少なくとも、第1と第2と第3の受光素子の何れか2つ、或いは全てと、アンプ回路が同一Si基板上に集積されたことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 5】 請求項 6 に記載の光ピックアップ装置において、前記アンプ回路が少なくとも1つ以上のバイポーラトランジスタを用いて構成され、前記バイポーラトランジスタの埋め込み層が前記第1又は第2の受光素子の埋め込み層よりも浅い位置に形成されたことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の光ピックアップ装置において、少なくとも前記第2又は第3の受光素子の埋め込み層は、前記バイポーラトランジスタの受光素子の埋め込み層と同じ深さに形成されたことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 7】 請求項 1～6 の何れかに記載された光ピックアップを含む事の特徴とするCDやDVD等の光ディスク装置。

【請求項 8】 レーザ光を出射する発光素子と、前記レーザ光を光ディスク媒体に結像する結像光学系と、前記レ

ーザ光を受光して電流に変換する受光素子と、前記受光素子で受光した光電流を増幅するアンプ回路とを有する光ピックアップ装置において第1の波長のレーザ光を出射する第1の発光素子と、前記第1の波長とは異なる第2の波長のレーザ光を出射する第2の発光素子と、前記第1の発光素子に対応する第1の受光素子と、前記第2の発光素子に対応する第2の受光素子とを有し、前記第1と前記第2の受光素子が同一Si基板上に集積され、前記第1と前記第2の受光素子は、一方の電極が埋め込み層及びコンタクトホールを介して、基板表面から取り出され、前記第1と前記第2の受光素子の埋め込み層の深さが異なることを特徴とする光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、受光素子及びアンプ回路を集積した光ピックアップ、及び光ピックアップを用いたDVD/CDプレーヤー・レコーダ等光記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 光ディスク装置は、音声記録用としてCDが登場し、その後、主に映像記録用としてDVDが登場したが、PCのデータ記録媒体としても応用され、CD-ROM、DVD-ROM、再記録可能なCD-RW、DVD-RAMなど様々なフォーマットが作られた。今後は、データの記録密度を更に向上し、記録容量を増やした高密度DVDもこれに加わるとされる。これらの光ディスクでは、ユーザから互換性を保つことを要求される。このため、通常DVD装置には、発光素子としてDVDの読み書きに使用する波長660 nmのレーザだけでなく、CD用の波長780 nmのレーザも搭載している。

【0003】 初期のCD互換DVD装置では、660 nmのレーザ、受光素子としてのフォトダイオード、及びレーザ、プリズム、ミラーなどの光学系と、780 nmのレーザ、受光素子、及び光学系などの個別部品を組み合わせて、光ヘッドを構成していた。その後、低コスト化、小型化のために、光学系の一部を共有したモジュール構造が考案されている。特開平10-64107、特開平11-39693等には、台形のプリズムを用い、プリズムを2波長で共有したモジュールが提案されている。特開2000-76688では、異なる2波長を同じ受光素子で受光している。

【0004】 また、IEEE Transaction on Electron Devices, Vol. 42, No. 1, January 1995、やISSCC'99 digest, WP22.5には、受光素子とアンプ回路を同一Si基板上に集積したOEICが報告されている。OEIC化することにより、受光素子とアンプを個別素子で構成した場合に比べ、サイズが小さくなるだけでなく、雑音、寄生容量の

低減など、信号特性でも有利になる。

【0005】特願平11-232136では、OEICのチップ上に垂直発光用のミラーを搭載することで、光ヘッドの発光素子・受光素子・信号のアンプ回路を1チップにまとめ、更にレーザを互いに近づけて配置し、光路をほぼ重ねることで660nmと780nmの光学系を共有化したモジュールが提案されている。

【0006】光ディスク装置の速度については、現在普及している製品ではCD-ROMドライブの読み取り速度は高速のもので50倍速程度が一般的である。これ以上回転速度を上げるのは、ディスクの振動などの機械的な問題のため困難である。今後100倍速程度まで速度が上がり、CD用の波長780nmの光を受光する受光素子に求められる周波数帯域は、約100MHzである。DVD用波長660nmでは、高速のもので現在16倍速程度、必要周波数帯域は約100MHzである。光ピックアップの周波数帯域100MHz以上にするためには、少なくとも受光素子の周波数帯域が100MHz以上である必要がある。この値は、CD用に使用されている受光素子で対応可能な周波数帯域であるので、従来のDVD装置では、受光素子はCDのものと同一特性、同じデバイス構造のものが用いられている。

【0007】従来の受光素子とアンプ回路を集積した2波長対応光ピックアップ用OEICの例を図6に示す。同図において、100はSi基板（OEICチップ）、140はSiベース基板、150は10μm程度の厚さを持つ低不純物濃度層、121は埋め込み層、111は埋め込み層の電位を基板表面に取り出すためのコンタクト、61はCD用の波長780nmのレーザ光、62はDVD用の660nmのレーザ光、191はCD用受光素子、192はDVD用受光素子である。CDとDVDでは、読み書きに用いるレーザの波長が異なるため、光ディスク上で反射して戻ってきた信号光は、OEIC上の異なる場所に照射される。このため、CD、DVDそれぞれの照射位置にCD用、DVD用として受光素子が配置されているが、デバイス構造は同じである。

【0008】OEIC上の受光素子では、通常、空乏層が低不純物濃度層全体に広がらず、不純物濃度層が数kΩの抵抗として直列に挿入される。また、フォトダイオードは1pF程度の空乏層容量を持つ。受光素子の周波数帯域はこれらの時定数で決まり、100MHz～200MHzである。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】今後DVDの倍速が更に進むと、DVD用受光素子では数100MHzの帯域が必要とされる。従来のCDと同じ受光素子では周波数帯域が不足する。また、将来の高密度DVD用受光素子では1GHzに近い帯域が必要とされる。

【0010】

【課題を解決するための手段】波長780nm、660

nm、410nmの3種類のレーザ光を、Si表面に照射したときの、Si表面からの深さと光強度の関係を図7に示す。CD用780nmの光はSi中に深さ10μm以上浸入するため、十分な感度を得るためには、光感度を持つ領域が10μm程度必要であるが、DVD用660nmの光は深さ7μm程度、高密度DVD用410nmの光は0.4μm程度で十分である。

【0011】これまで光ピックアップの受光素子の感度、周波数帯域の波長依存性は問題にされておらず、波長に対応したデバイス構造の最適化について考慮されていなかった。本発明の受光素子では、受光するレーザ光の波長によって、埋め込み層の深さを変える。CD用780nmの受光素子では従来どおりSi表面から10ミクロン程度の深さに埋め込み層を形成する。DVD用660nmでは、780nm用よりも浅い、Si表面から4～8ミクロンの深さに埋め込み層を形成する。高密度DVD用410nmでは1～8ミクロンの深さに埋め込み層を形成する。

【0012】図8に埋め込み層の異なる受光素子を作製する手段を示す。Siベース基板140上にCD用受光素子の埋め込み層121を作製した後、Si基板上に数μmのエピタキシャル層151を堆積し、埋め込み層の電位を取り出すためのコンタクト111を形成する。次に、DVD用受光素子の埋め込み層122を堆積した後、数μmのエピタキシャル層152を堆積し、コンタクト112を形成する。最後に高密度DVD用受光素子の埋め込み層123を作製した後、数μmのエピタキシャル層153を堆積し、コンタクト113を形成する。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明の光ピックアップを用いた光ディスク装置の一例を図9に示す。1は光ピックアップ、2は光ディスク、3はスピンドルモータ、4はフォーカスサーボ・トラックサーボ、5はコントローラである。光ピックアップは、フォーカスサーボ・トラックサーボにより、光ディスクの半径方向、法線方向に移動できる。これにより、光ピックアップに搭載されたレーザは、レーザ光を光ディスク上を横切る直線上の任意の位置に照射する。ディスク上で反射された光は光ヘッドで検出され、コントローラで演算され、オートフォーカス用の信号とトラッキング位置検出用の信号をフォーカスサーボ・トラックサーボに送信する。フォーカスサーボはフォーカス信号を基に、光ピックアップを光ディスクの法線方向に移動させ、レーザ光の焦点を光ディスク上に合わせる。トラックサーボはトラッキング信号を基に光ピックアップを光ディスクの半径方向に移動させ、レーザ光のスポットを所望のトラック位置に合わせる。光ディスク層は、これらの動作を繰り返しながら、光ディスクのデータの読み書きを行う。読み取り時のデータ信号は、トラック信号から生成される。光ピックアップ上には、CD用780nm、DVD用660nm、及び高

密度DVD用410nmの波長のレーザ光を出射するレーザが搭載されており、光ディスクのメディアによっていずれかの波長を選択する。

【0014】光ピックアップ装置の一例を図10に示す。100は受光素子とアンプ回路を集積したOEICチップ(Si基板)、71はOEIC上に搭載した780nmのレーザ光を出射するレーザダイオード、72は660nmのレーザ光を出射するレーザダイオード、8はレーザ光を光ディスク上に結像する光学系である。19は受光素子を配置する領域、18はアンプ回路の領域10
ここで、780nmと660nmの2波長対応ピックアップの例について述べたが、例えば780nm、660nm、410nm等の3波長対応、又は他の波長の組み合わせの場合も同様である。

【0015】(実施例1)本発明の第一の実施例について述べる。埋め込み層深さの異なる、CD用、DVD用、高密度DVD用の3種類の受光素子を集積した3波長対応光ピックアップ用OEICの例を図1に示す。同図はSiベース基板140上に、10 μ mのエピタキシャル層150を堆積させたSi基板130に、受光素子20
を集積した例である。101はCD用受光素子の埋め込み層で、エピタキシャル層とSiベース基板の界面に形成する。102はDVD用受光素子の埋め込み層で、CD用よりも浅い、Si基板表面から7ミクロンの位置に形成する。103は高密度DVD用受光素子の埋め込み層で、DVD用よりも浅い、Si基板表面から4ミクロンの位置に形成する。111はCD用埋め込み層の電位をSi基板表面から取り出すためのコンタクト、112はDVD用埋め込み層の電位をSi基板表面に取り出すためのコンタクト、113は高密度DVD用埋め込み層30
の電位をSi基板表面に取り出すためのコンタクトである。CD用受光素子191では、Si基板表面から埋め込み層までの約10 μ mの領域が、光に対して感度を持つ領域である。波長780nmのレーザ光61が入射されたとき、レーザ光はSi基板に表面から10 μ m程度まで浸入するが、この受光素子で光電流を効率よく検出することができる。DVD用受光素子192では、Si基板表面から埋め込み層までの約7 μ mの領域が、光に対して感度を持つ領域である。波長660nmのレーザ40
光62が入射されたとき、レーザ光はSi基板に表面から7 μ m程度まで浸入するが、この受光素子で光電流を効率よく検出することができる。高密度DVD用受光素子193では、Si基板表面から埋め込み層までの約4 μ mの領域が、光に対して感度を持つ領域である。波長410nmのレーザ光63が入射されたとき、レーザ光はSi基板に表面から0.4 μ m程度まで浸入するが、この受光素子で光電流を効率よく検出することができる。この例では、CD用780nm、DVD用660nm、及び高密度DVD用410nmの例について述べた50

が、これに近い波長のCD、DVD、高密度DVD用レーザに対応する受光素子を集積したOEIC、また、これら3種類の内いずれか2種類の受光素子を集積したOEICでも同様であることは明白である。

【0016】(実施例2)本発明の第2の実施例について述べる。3波長対応光ピックアップ用OEICの別の例を図2に示す。第1の実施例との違いは、DVD用受光素子の埋め込み層深さをCD用の埋め込み層深さと同じにしていることである。DVD用受光素子の埋め込み層とCD用の埋め込み層を同時に作製できるので、第一の実施例に比べ、作製プロセスが簡略化できる。しかし、DVD用受光素子の周波数帯域が狭くなり、CD用受光素子の周波数帯域と同じになるという欠点も有る。

【0017】(実施例3)本発明の第3の実施例について述べる。3波長対応光ピックアップ用OEICの別の例を図3に示す。第1の実施例との違いは、高密度DVD用受光素子の埋め込み層深さをDVD用の埋め込み層深さと同じにしていることである。高密度DVD用受光素子の埋め込み層とDVD用の埋め込み層を同時に作製できるので、第一の実施例に比べ、作製プロセスが簡略化できる。しかし、高密度DVD用受光素子の周波数帯域が狭くなり、DVD用受光素子の周波数帯域と同じになるという欠点も有る。

【0018】(実施例4)本発明の第4の実施例について述べる。埋め込み層深さの異なる、CD用、DVD用、高密度DVD用の3種類の受光素子、及びバイポーラトランジスタを用いたアンプ回路を同一Si基板に集積した光ピックアップ用OEICの例を図4に示す。184はバイポーラトランジスタ、104はバイポーラトランジスタ用の埋め込み層である。この実施例において、受光素子の電極は、Si基板表面から取り出されているため、ICの通常の配線でアンプ回路と容易に接続できる。また、個別の受光素子と個別のアンプ回路を用いた場合に比べ、受光素子とアンプ回路の接続部で発生する寄生容量、寄生抵抗が大幅に削減されるため、1GHzに近い周波数帯域を持つ高密度DVD用受光素子の電流信号を、劣化させることなくアンプ回路に接続できる。

【0019】(実施例5)本発明の第5の実施例について述べる。埋め込み層深さの異なる、CD用、DVD用、高密度DVD用の3種類の受光素子、及びバイポーラトランジスタを用いたアンプ回路を同一Si基板に集積した光ピックアップ用OEICの別の例を図5に示す。第4の実施例との違いは、高密度DVD用受光素子の埋め込み層深さをバイポーラトランジスタの埋め込み層深さと同じにしていることである。高密度DVD用受光素子の埋め込み層とバイポーラトランジスタの埋め込み層を同時に作製できるので、第4の実施例に比べ、作製プロセスが簡略化できる。

【0020】本発明の光ピックアップに用いるOEIC

のデバイス構造を単純化した模式図を図11に示す。同図において、本発明の効果を述べる。Si基板表面に厚さ $10\mu\text{m}$ 、濃度 $1\times 10^{13}\sim 1\times 10^{14}\text{ cm}^{-3}$ 程度の低不純物濃度層が堆積され、p+層がSi基板表面から $1\mu\text{m}$ の深さまで伸び、空乏層904が $1\mu\text{m}$ から $4\mu\text{m}$ まで広がり、 $4\mu\text{m}$ から $10\mu\text{m}$ までは寄生抵抗層906となり、寄生抵抗層の抵抗率が $500\Omega\cdot\text{cm}$ である場合を考える。受光素子は、電流源901、空乏層容量902、低不純物濃度層の抵抗903を用いた等価回路で表すことができる。この等価回路より、受光素子の帯域fは以下の式で表される。

【0021】ここで、Rは低不純物濃度層の抵抗、Cは空乏層容量、 ϵ_0 は真空中の誘電率で、 $8.85\times 10^{-14}\text{ F/cm}$ 、 ϵ_r はSiの比誘電率で、11.8、Sは受光素子の面積、 d_c は空乏層幅で、ここでは $3\mu\text{m}$ 、 ρ は低不純物濃度層の抵抗率で、ここでは $500\Omega\cdot\text{cm}$ 、 d_r は抵抗として挿入される低不純物濃度層の厚さである。従来の受光素子の構造では、周波数帯域は約150MHzになる。埋め込み層を浅くして抵抗を下げることで、受光素子の帯域が向上する。CD用、DVD用、高密度DVD用の受光素子の埋め込み層深さをそれぞれ $10\mu\text{m}$ 、 $6\mu\text{m}$ 、 $4\mu\text{m}$ とすると、本発明の効果は図12のようになり、次世代のDVDドライブで必要な受光素子の条件を満足できる。

【0022】

【発明の効果】本方式により、波長660nmのDVD用受光素子、及び波長410nmの高密度DVD用受光素子の周波数帯域を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ピックアップ用OEICの第1の実施例を示す図である。

【図2】本発明の光ピックアップ用OEICの第2の実施例を示す図である。

【図3】本発明の光ピックアップ用OEICの第3の実

* 施例を示す図である。

【図4】本発明の光ピックアップ用OEICの第4の実施例を示す図である。

【図5】本発明の光ピックアップ用OEICの第5の実施例を示す図である。

【図6】光ピックアップ用OEICの従来例を示す図である。

【図7】シリコン基板の光の吸収率を示す図である。

【図8】本発明の光ピックアップ用OEICの作製手段の一例を示す図である。

【図9】光ピックアップの一例を示す図である。

【図10】光ディスク装置の一例を示す図である。

【図11】本発明の効果を説明する図である。

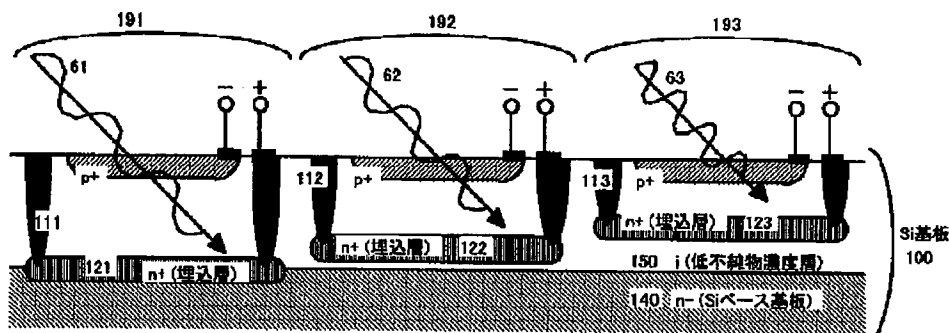
【図12】本発明の効果の数値例である。

【符号の説明】

1 光ピックアップ、2 光ディスク、3 モータ、4 フォーカスサーボ・トラックスervo、5 コントローラ、61波長780nmのレーザ光、62 波長660nmのレーザ光、63 波長410nmのレーザ光、71波長780nmのレーザダイオード、72 波長660nmのレーザダイオード、8 光学系、100OEICチップ(Si基板)、101、102、103 埋め込み層コンタクト、121、122、123、124 埋め込み層、140Siベース基板、150、151、152、153 低不純物濃度層(エピタキシャル層)、18 アンプ回路領域184バイポーラトランジスタ19 受光素子領域191 波長780nm用の受光素子、192 波長660nm用の受光素子、193 波長410nm用の受光素子、901受光素子等価回路の電流源、902 受光素子等価回路の空乏層容量、903 受光素子等価回路の寄生抵抗、904 受光素子のp+層、905 受光素子の空乏層、906 受光素子の寄生抵抗層。

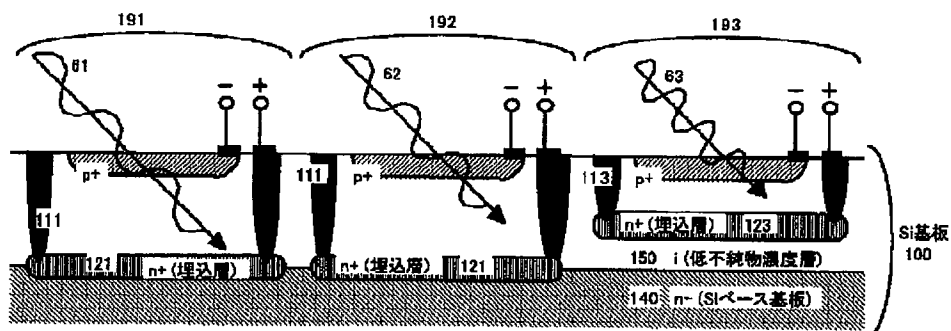
【図1】

図1



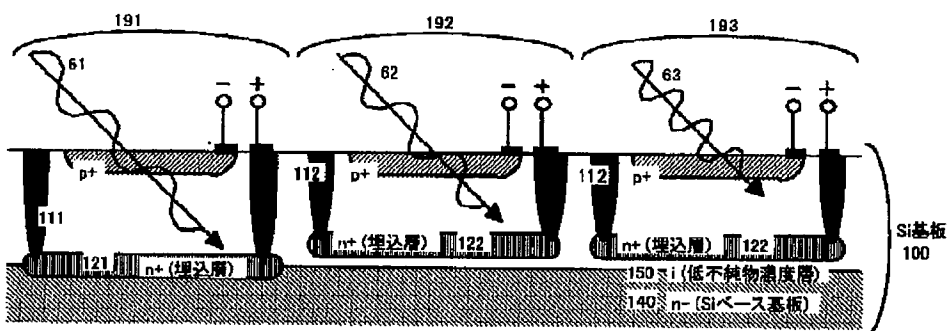
【図2】

図2



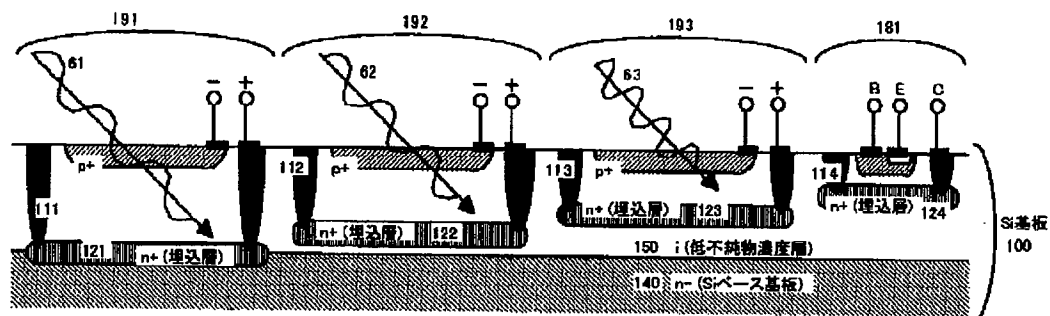
【図3】

図3



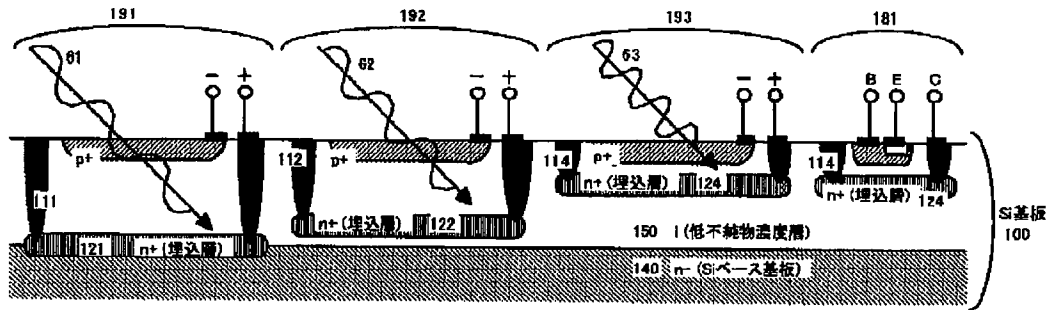
【図4】

図4



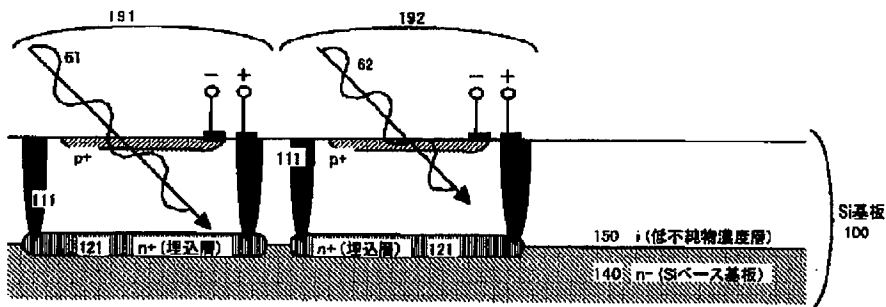
【図5】

图5



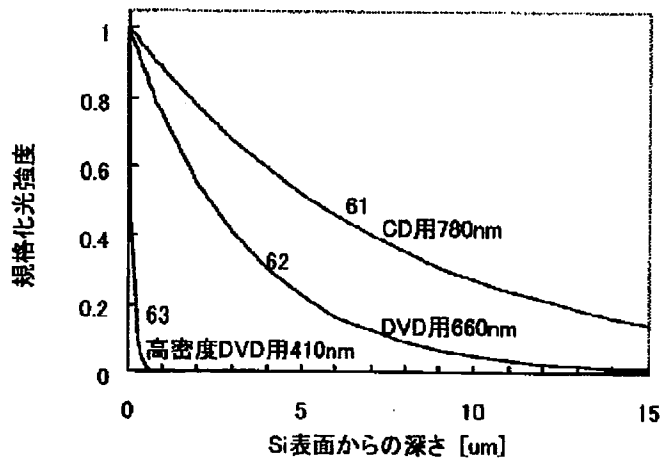
【図 6】

图6



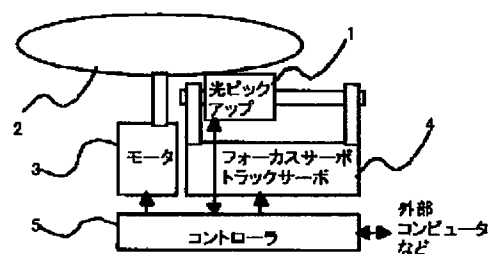
【図 7】

图7



【図9】

图9



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード' (参考)
H 0 1 S 5/40		H 0 1 L 31/10	D

(72) 発明者 木村 茂治
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

F ターム (参考) 5D119 AA04 AA10 AA24 AA38 AA41
BA01 BB01 BB02 BB03 CA10
CA16 DA01 DA05 EC45 EC47
FA05 FA08 KA02 KA12 KA14
KA28 NA06
5F049 MA01 MB02 NA03 NB08 QA04
QA15 RA02 RA07 WA03
5F073 AB11 AB27 AB29 BA04 EA04
EA14 FA13
5F089 BA04 BB04 CA12 GA01